

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-023483

(43)Date of publication of application : 23.01.2002

(51)Int.Cl.

G03G 15/08

F16C 13/00

(21)Application number : 2000-204996

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 06.07.2000

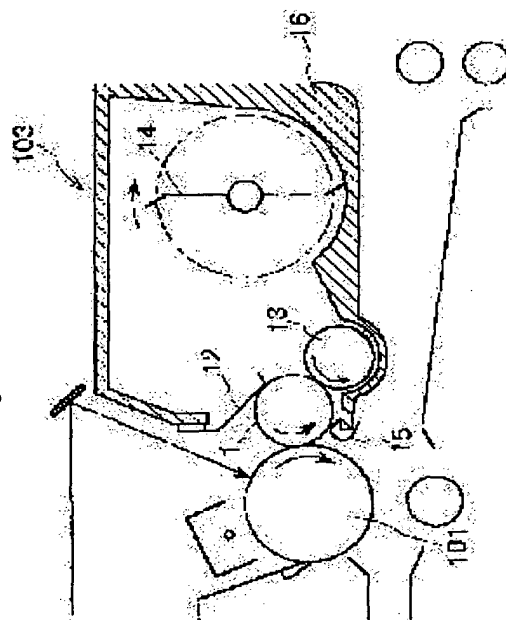
(72)Inventor : NONOMURA MAKOTO  
SAKAIZAWA KATSUHIRO  
OZEKI YUKIHIRO  
SEKIGUCHI MANAMI

## (54) IMAGE FORMING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an image forming device whose image forming speed is made high, which can maintain an excellent image over a long term and which can achieve the same effect even in the case of adopting simple device constitution of cleaning simultaneously with developing.

**SOLUTION:** A latent image on a photoreceptor drum 101 having circumferential speed V1 is contact-developed by a reversal developing system by a developing device 103 whose developing roller has circumferential speed V2 by driving at  $75 \text{ mm/s} \leq V1 < V2$ . The toner carrying surface of the developing roller 1 is formed of a low frictional material satisfying  $0.01 < \mu < (15/100000) \times (R-100) \pm 0.16$  assuming that the roundness of toner defined by a shape factor SF-2 is R for the coefficient of dynamic friction  $\mu$  to SUS in the toner carrying direction of the toner carrying surface in order to restrain the application of excessive momentum from the toner carrying surface and make toner carrying force uniform and constant.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-23483

(P 2002-23483 A)

(43) 公開日 平成14年1月23日 (2002. 1. 23)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 3 G 15/08	5 0 1	G 0 3 G 15/08 5 0 1	D 2H077
	5 0 7	F 1 6 C 13/00	A 3J103
F 1 6 C 13/00			B
			E
		G 0 3 G 15/08 5 0 7	B
		O L	(全 1 5 頁)

審査請求 未請求 請求項の数 8

(21) 出願番号 特願2000-204996 (P2000-204996)

(22) 出願日 平成12年7月6日 (2000. 7. 6)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 野々村 真

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノ  
ン株式会社内

(72) 発明者 境澤 勝弘

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノ  
ン株式会社内

(74) 代理人 100075638

弁理士 倉橋 暎

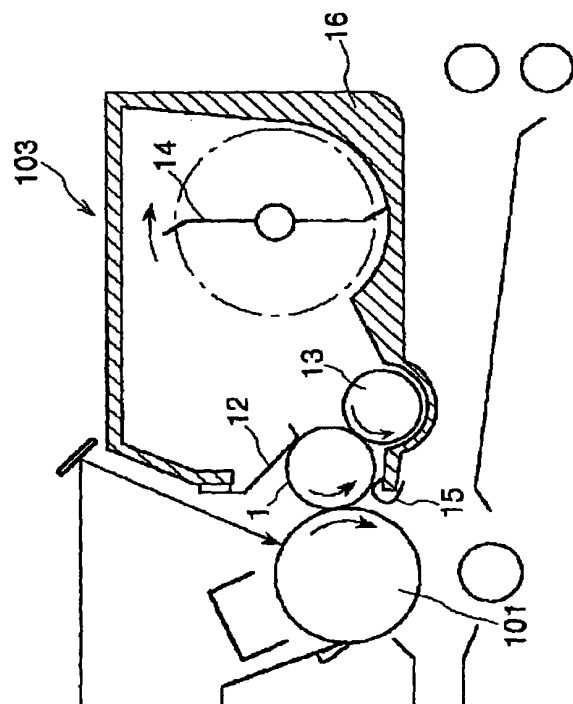
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 画像形成速度の高速化を図り、良好な画像を長期にわたって維持可能とし、現像同時クリーニングによる簡易な装置構成を採用した場合にも、同様な効果を達成できる画像形成装置を提供することである。

【解決手段】 周速  $V_1$  の感光ドラム 101 上の潜像を現像ローラ周速  $V_2$  の現像器 103 により、 $75 \text{ mm/秒} \leq V_1 < V_2$  で駆動して、反転現像方式により接触現像する。現像ローラ 1 のトナー担持面からの過剰な運動量の付与を抑制して、トナー搬送力を均一かつ一定とするために、トナー担持面のトナー搬送方向の SUS に対する動摩擦係数  $\mu$  に、形状係数  $SF-2$  で定義されるトナーの円形度を  $R$  として、 $0.01 < \mu < (15/10000) \times (R-100)^2 + 0.16$  を満足させる低摩擦性の材料で、トナー担持面を形成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 像担持体と、現像器とを備え、前記現像器は、一成分現像剤のトナーを担持して搬送する、前記像担持体と当接する現像剤担持体と、前記現像剤担持体上のトナーを薄層に規制する規制部材とを備え、前記現像剤担持体と像担持体との間に形成された現像電界の作用下で、前記トナーにより前記像担持体上の静電潜像を現像し、現像で得られたトナー像は前記像担持体から転\*

$$0.01 < \mu < (15/100000) \times (R-100)^2 + 0.16$$

を満足させる低摩擦性の材料で形成したことを特徴とする画像形成装置。

【請求項 2】 前記トナーが、 $R \leq 140$  の滑らかな表面形状を有する請求項 1 の画像形成装置。

【請求項 3】 前記現像剤担持体が、基体上に弾性層および表面層を形成してなり、前記表面層を、前記動摩擦係数  $\mu$  に前記式 (1) を満足させる材料で形成した請求項 1 または 2 の画像形成装置。

【請求項 4】 前記材料が、摩擦帯電系列上、前記トナーの摩擦帯電極性に対し逆極性側に位置する請求項 3 の画像形成装置。

【請求項 5】 前記現像電界の作用下で、前記現像剤担持体上のトナーによる前記像担持体上の静電潜像の現像、および前記像担持体上の転写残りトナーの前記現像剤担持体への回収を行う、現像同時クリーニングプロセスを実施する請求項 1～4 のいずれかの項に記載の画像形成装置。

【請求項 6】 前記トナーが非磁性トナーである請求項 1～5 のいずれかの項に記載の画像形成装置。

【請求項 7】 前記現像剤担持体がローラ状の現像ローラである請求項 1～6 のいずれかの項に記載の画像形成装置。

【請求項 8】 前記像担持体がドラム状の感光ドラムである請求項 1～7 のいずれかの項に記載の画像形成装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、像担持体上の静電潜像の現像に一成分接触現像法を用いる、電子写真方式および静電記録装置等の画像形成装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一成分現像剤を像担持体と接触させた状態で、像担持体上の静電潜像を反転現像する電子写真方式の画像形成装置が知られている。

【0003】 この画像形成装置では、図 1 に示すように、感光ドラム 101 の表面が帯電器 107 により所定の電位に帯電され、ついで露光手段 102 により画像情報が露光されて、感光ドラム 101 上に画像情報が静電潜像として記録される。感光ドラム 101 上の静電潜像は、感光ドラム 101 と当接配置された現像器 103 に

\* 写材に転写され、そして前記像担持体の周速度  $V_1$ 、前記現像剤担持体の周速度  $V_2$  が、 $75 \text{ mm/秒} \leq V_1 < V_2$  の関係にある画像形成装置において、前記現像剤担持体のトナー担持面を、トナー担持面によるトナー搬送方向の SUS に対する動摩擦係数  $\mu$  に、形状係数  $SF-2$  で定義されるトナーの円形度を  $R$  として、

・・・ (1)

よって供給される一成分現像剤 (トナー) により、図示しない電源で形成された現像電界の作用下で現像され、トナー像として可視化される。

【0004】 得られたトナー像は、感光ドラム 101 と転写ローラ 104 間に形成された転写電界の作用下で、搬送された転写材 P に転写され、ついで定着器 105 のヒートローラによる加熱および加圧によって転写材 P に固定される。トナー像の転写で感光ドラム 101 上に残留した転写残りトナーは、クリーナ 106 との当接位置に至って、クリーナ内部に設けられたスクレイパにより機械的に掻き落とされ、クリーナ内に回収される。

【0005】 上記静電潜像の現像に当たっては、トナーを感光ドラム 101 と接触させるために、現像器 103 内に設けられた現像剤担持体は、弾性体によって形成され、たとえばゴムローラ、スポンジローラ等に構成される。

【0006】 現像器 103 は、図 7 に示すように、現像容器 16 に、現像剤担持体としての現像ローラ 11、現像剤規制部材としての規制ブレード 12、現像剤供給・回収部材としての供給ローラ 13、現像剤攪拌・搬送部材としての攪拌パドル 14、および吹き出し防止シート 15 を備えており、容器 16 には、非磁性一成分現像剤の非磁性トナーが収容されている。

【0007】 現像容器 16 内のトナーは、攪拌パドル 14 により攪拌されるとともに、現像ローラ 11 および供給ローラ 13 の近傍領域へと搬送され、搬送されたトナーは、供給ローラ 13 の回転にともない上記の近傍領域において、一度密な状態となることで均一化される。その後、互いにカウンタ方向に当接回転する現像ローラ 11 および供給ローラ 13 による摺擦により、摩擦帯電されて帯電電荷が付与される。

【0008】 このようにして電荷を付与されたトナーは、帯電電荷によって現像ローラ 11 からの鏡映力を受けることにより、現像ローラ 11 へ供給、担持される。現像ローラ 11 には、規制ブレード 12 が加圧状態で当接されており、現像ローラ 11 上に担持されたトナーは、規制ブレード 12 による規制によって現像ローラ 11 上に薄層に塗布され、これにより現像ローラ 11 およびブレード 12 の表面との摩擦で、現像に供するのに足る帯電電荷が付与される。

【0009】このように、現像ローラ11には、帯電電荷が付与されたトナーが薄層に塗布され、これが現像に供される。現像ローラ11上に塗布されたものの、現像に供されなかったトナーは、供給ローラ13による摺擦によって現像ローラ11上から剥ぎ取られ、一部は新たに供給されたトナーとともに再び供給ローラ13によって現像ローラ11へと供給され、残りは現像容器16へと戻される。

【0010】一方、感光ドラム101は、現像ローラ11と当接配置されており、現像ローラ11上に塗布されたトナーは、感光ドラム101と接触した状態で現像に供される。感光ドラム101と現像ローラ11間には、図示しない電源からの現像バイアスの印加で現像電界が形成されており、この現像電界の作用下で、現像ローラ11上のトナーが、感光ドラム101上に形成された静電潜像に転移して、潜像を現像する。現像ローラ11上に塗布されたトナーは薄層になっているので、現像で十分な画像濃度を得るために、通常、現像ローラ11は感光ドラム101よりも速い周速で回転駆動される。

【0011】この種の画像形成装置では、クリーナ106のような独立したクリーニング装置を省き、いわゆる現像同時クリーニングプロセスを用いることにより、現像器103で感光ドラム101上の転写残りトナーをクリーニングするようにしたものもある。

【0012】この現像同時クリーニングの機構は、感光ドラム101上の転写残りトナーが現像器103との当接位置に至り、極く近接した感光ドラム101および現像ローラ11間の現像電界の作用により、感光ドラム101から現像ローラ11へとトナーが転移して、現像器103に回収されるものである。回収されたトナーは再度使用される。この回収には、感光ドラム101と現像ローラ11との摺擦による機械的剥取り作用による回収促進効果もある。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の画像形成装置では、得られた画像にノイズが混じり、特にハーフトーン部における均一性を欠く画像となることがあった。

【0014】この問題は、たとえば重合法等によって製造された表面の平滑なトナーを用いて現像した場合に顕著であり、とりわけ、画像形成の高速化を図るにしたがって頻繁に発生することが分かった。この種の問題は、文字等のみを出力する場合には、それほど目立つものではないが、複数色のトナー像を重ねて形成するカラー画像や、中間調あるいはソリッド部を持つ写真、絵、図等を含むピクトリアルな画像の出力の際には、画像品位の低下を強く印象づけるものになる。

【0015】本発明者らの検討によれば、この問題は、使用するトナーの形状、および現像剤担持体の表面におけるトナーの搬送力の組み合わせに起因するものである

ことが分かった。

【0016】上記の問題は、従来から知られている感光ドラム上の潜像以外の部分へトナーが付着することによる「かぶり」で生じたノイズに加え、潜像に対し転移するトナーが、その潜像のドット形状を忠実かつ均一に再現できないために生じる「ドット形状のゆらぎ」があり、これが巨視的にノイズとして知覚されることにより発現される。

【0017】上記のかぶりは、周知のように、現像ローラ上に担持されるトナーに対して、十分な電荷付与が行われなかったり、逆に過剰な電荷付与が行われたために、トナーが適切な帯電電荷量を有するに至らなかった故に生じるものである。

【0018】一方、後者のドット形状のゆらぎは、現像ローラが感光ドラムと相対速度を持って当接し、さらに現像ローラのトナー搬送力が必要以上に大きくなった場合に、現像ローラから潜像に対してトナーが転移するに際し、転移するトナーに対して現像ローラの回転方向に過剰な運動量が与えられて、トナーの引き摺りが生じ、また現像ローラ側に残ったトナーによる感光ドラム側への機械的な摺擦が生じることが原因である。

【0019】さらに説明すると、従来、この種の画像形成装置では、現像ローラに均一なトナー層を形成するために、各種の方法、たとえばトナー担持面に摩擦係数が大きい材料を用いる等により、現像ローラのトナー搬送力を高めることが一般的である。

【0020】しかしながら、トナー搬送力を高めることにより、トナー層の均一化が行われる一方で、現像ローラ上に担持されたトナーが、感光ドラムとの当接部において、現像ローラの回転方向に過剰な運動量を持ちやすくなる。それは、現像ローラの長手方向のそれぞれの位置における微視的なトナー搬送力は、ばらつきを持っているため、トナー搬送力そのものの絶対値が大きな場合には、このばらつきによる影響が無視できなくなるからである。

【0021】すなわち、トナー搬送力のばらつきによって、部分的に過剰なトナー搬送力がトナーに作用し、過剰な運動量を持つに至るのである。過剰な運動量を持ったトナーは、静電潜像の本来の位置に対し、現像ローラの駆動方向に引き摺られながら転移し、このため潜像にトナーが付着したドット形状が乱され、ノイズが生じる。また、このトナーの引き摺られが、長手方向にばらつきを持ちながら発現することで、トナー像の均一性にも乱れが生じる。特に、潜像が密に分布するソリッド部、ライン部に比べて、潜像が離散的に分布するハーフトーンでは、トナーの乱れにより生じたドット形状のゆらぎ分布のばらつきが顕著に知覚されやすい。

【0022】さらに、現像領域において、潜像へと転移したトナーが、以前に担持されていた現像ローラ上の位置には、既に転移したトナーの抜け跡のみが残り、現像

ローラ上のトナーによって、転移したトナーが摺擦されることはないはずである。

【0023】しかしながら、現像ローラの搬送力が必要以上に大きい場合には、現像ローラ上のトナー層の下層（現像ローラに直接接触している層）と上層（現像ローラに下層のトナー層を介して間接的に接触している層）との間に、ずれをとまう動きが生じることによって、トナー層内部でのトナーの再配列が起きるため、一度トナーの抜け跡が形成されても、新たに搬送されてくるトナーが抜け跡を充填するという現象が生じていたのである。

【0024】そのため、一度、潜像へと転移したトナーは、現像ローラ上のトナー層の再配列によって、その抜け跡に対して充填された新たなトナーにより摺擦を受け、トナー像の乱れを生じるに至ったのである。

【0025】上記の現象が、平滑な表面性を有するトナーを用いる際に顕著に生じるのは、その形状にともなう転がり性が原因である。滑らかな表面性を有するトナーは、たとえば粉砕法により製造された不定形なトナーに比べ、良好な転がり性を有するため、このトナーはトナー担持面からの搬送力を受けて、搬送方向への運動量を付与されるとともに、感光ドラムとの当接部において「コロ」として働くことで、回転運動を生じる。このため、一度、潜像に静電気力によって付着しても、その回転運動を止めるまでには至らず、潜像上で落ち着くことなく、現像ローラ回転方向へ引き摺られやすい傾向がある。

【0026】また表面が平滑なトナーは、現像ローラ上に塗布したときに、その良好な転がり性の故に、最密充填状態で安定しやすいという特性があり、このため潜像へ転移したトナーの抜け跡を、付近に位置するトナーが移動して直ぐ充填してしまうので、トナーによる摺擦の影響がより顕著に生じやすいのである。

【0027】また上記の問題が、画像形成の高速化を図る際により頻繁に生じるのは、これにともない現像ローラの回転速度が速くなって、トナーに付与される運動量が増大するからである。

【0028】ところで、この種の画像形成装置では、前述したように、独立したクリーニング装置を省き、現像同時クリーニングプロセスを採用することにより、簡易な構成とすることが可能である。

$$0.01 < \mu < (15/100000) \times (R-100)^2 + 0.16$$

・・・(1)

を満足させる低摩擦性の材料で形成したことを特徴とする画像形成装置である。

【0033】本発明によれば、前記トナーが、 $R \leq 140$ の滑らかな表面形状を有する。前記現像剤担持体が、基体上に弾性層および表面層を形成してなり、前記表面層を、前記動摩擦係数 $\mu$ に前記式(1)を満足させる材料で形成した。前記材料が、摩擦帯電系列上、前記トナ

\*【0029】しかし、画像形成速度を高速とし、かつ簡易構成を採用するにあたっては、現像同時クリーニングで回収されるトナー量の低減が求められる。なぜならば、この現像同時クリーニングで回収されるトナーは、一連の画像形成プロセスにともなう負荷を受けて劣化しており、その一部は、再使用されることなく現像器内で蓄積して、現像器の構成部材に融着ないし固着して、現像器の機能劣化を引き起こす原因となるからである。したがって、画像形成速度の高速化にともなう耐久性向上、長寿命化を考慮すれば、回収されるトナーの量を少なくする必要がある。

【0030】この回収されるトナーとは、感光ドラムの画像背景部に付着した未帯電ないし極性が反転したトナーに加えて、先の画像形成での転写残りトナーが加わったものであり、上記の問題の解決は、形成したトナー像の高効率の転写と、背景部に付着したトナーの低減とによって達成されるものである。この問題が解決されると、自動的に、画像背景部に付着するトナーが低減し、かぶりに起因する画像のノイズが抑制されることになるので、画像の品位向上につながる。

【0031】従って、本発明の目的は、画像形成速度の高速化を図り、良好な画像を長期にわたって維持可能とするとともに、現像同時クリーニングによる簡易な装置構成を採用した場合にも、同様な効果を達成することができる画像形成装置を提供することである。

【0032】

【課題を解決するための手段】上記目的は本発明に係る画像形成装置にて達成される。要約すれば、本発明は、像担持体と、現像器とを備え、前記現像器は、一成分現像剤のトナーを担持して搬送する、前記像担持体と当接した現像剤担持体と、前記現像剤担持体上のトナーを薄層に規制する規制部材とを備え、前記現像剤担持体と像担持体との間に形成された現像電界の作用下で、前記トナーにより前記像担持体上の静電潜像を現像し、現像で得られたトナー像は前記像担持体から転写材に転写され、そして前記像担持体の周速度 $V_1$ 、前記現像剤担持体の周速度 $V_2$ が、 $75 \text{ mm/秒} \leq V_1 < V_2$ の関係にある画像形成装置において、前記現像剤担持体のトナー担持面を、トナー担持面によるトナー搬送方向のSUSに対する動摩擦係数 $\mu$ に、形状係数 $SF-2$ で定義されるトナーの円形度を $R$ として、

一の摩擦帯電極性に対し逆極性側に位置する。前記現像電界の作用下で、前記現像剤担持体上のトナーによる前記像担持体上の静電潜像の現像、および前記像担持体上の転写残りトナーの前記現像剤担持体への回収を行う、現像同時クリーニングプロセスを実施する。前記トナーが非磁性トナーである。前記現像剤担持体がローラ状の現像ローラである。前記像担持体がドラム状の感光ドラ

ムである。

#### 【0034】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る画像形成装置を図面に則して更に詳しく説明する。

#### 【0035】実施例1

図1は、本発明の画像形成装置の一実施例を示す概略構成図である。本画像形成装置は、一成分接触現像方式により現像を行って、画像形成を行うものである。

【0036】この画像形成装置に最も特徴的な点は、現像剤担持体である現像ローラ1上に担持される一成分現像剤のトナーに、過剰な運動量が与えられることを抑制して、トナーに対する搬送力を均一かつ一定とするために、現像ローラ1のトナー担持面を、使用するトナー粒子の表面の円形度に応じて、所定範囲内の動摩擦係数 $\mu$ を有する低摩擦性の材料で形成したことにある。

【0037】本発明者らの検討によれば、現像ローラからトナーに与えられる搬送力および運動量は、現像ローラのトナー担持面の動摩擦係数 $\mu$ と相関があり、トナー粒子の表面形状に応じて、トナーの現像への寄与が異なるとの知見を得たことによる結果である。詳細は後述する。

【0038】画像形成装置は、図1に示すように、感光ドラム101、帯電器107、露光手段102、現像器103、転写ローラ104、クリーナ106、および定着器像105を備えて構成され、画像形成速度、すなわち感光ドラム101の回転を周速( $V1$ )=100~250mm/秒で駆動し、これに接触配置した現像器103の現像ローラ1の回転を、感光ドラム周速の120~200%の周速( $V2$ )で駆動し、現像ローラ1上のトナーにより感光ドラム101上の静電潜像を反転現像する。

【0039】画像形成プロセスの詳細については従来の技術の項で既に述べたので、説明を省略する。

【0040】現像器103は、図2に示すように、非磁性トナー（非磁性一成分現像剤）を使用するもので、現像容器6に、現像剤担持体としての現像ローラ1、現像剤規制部材としての規制ブレード2、現像剤供給・回収部材としての供給ローラ13、攪拌剤攪拌・搬送部材（攪拌パドル）4、および吹き出し防止シート5を備え、現像容器6には、非磁性トナーが収容されている。現像ローラ1は弾性を有する。

【0041】本現像器の現像プロセスは、図7で示した現像器と基本的に同じなので、現像プロセスの詳細については説明を省略する。

【0042】本実施例で使用した非磁性トナーは、粉砕法により製造された負帯電性の非磁性ポリエステルトナーで、製造工程中に熱処理による表面平滑化が加えられている。

【0043】このトナーの形状は、形状係数 $SF-2$ で定義される円形度 $R$  ( $R \equiv SF-2$ ) により表され、具

体的には、円形度 $R=113 \sim 130$ の範囲内の、平滑な表面形状を有するものを用いた。形状係数の詳細については後述する。

【0044】この非磁性トナーは、基本的にはトナー原料の混練、粉砕により製造され、樹脂、低軟化点物質からなる離型剤、着色剤、荷電制御剤等を加圧ニーダーやエクストルーダー、メディア分散器を用いて均一に分散した後、機械的またはジェット気流下でターゲットに衝突させて、所望のトナー粒径に微粉砕化し、その後、熱処理を経て表面を平滑化し、さらに分級行程を経て所望の粒度分布にそろえた、体積平均粒径 $6 \sim 8 \mu m$ の非磁性トナーである。その表面形状は、途中で行った表面の平滑化処理により、従来の粉砕法のみで得られたトナーに見られるような突起部をなくし、滑らかなものとなっている。

【0045】もちろん、その他の製法、たとえば各種の重合法等により製造したトナーを使用してもよい。

【0046】本発明において、トナーの体積平均粒径は、以下の方法により測定した。

【0047】測定装置としてコールカウンターTA-II型（コールター社製）を用い、個数分布および体積平均分布を出力するインターフェイス（日科機製）を介してパーソナルコンピュータを接続し、データ処理を行う。

【0048】測定法は以下の手順による。電解液として、1級塩化ナトリウムを用いて1%のNaCl水溶液を調製し、この電解液100~150ml中に分散剤として界面活性剤、好ましくはアルキルベンゼンスルホン酸塩を0.1~5ml加え、さらに測定試料のトナーを0.5~50mg加え、試料を懸濁した電解液を、超音波分散器で約1~3分間分散処理を行い、上記のコールカウンターTA-II型により粒度分布を測定し、体積分布を求める。その際、 $100 \mu m$ のアパチャーを用い、粒度分布範囲を $2 \sim 40 \mu m$ とする。以上により求められた個数分布および体積分布より試料の体積平均粒径を算出する。

【0049】トナーには、必要に応じて、公知の流動性付与剤、潤滑剤、研磨剤、クリーニング助剤、抵抗調節剤、荷電制御剤等が外添可能であり、その外添剤の被覆率は、好ましくは5~99%、より好ましくは10~99%である。

【0050】本発明において、外添剤の被覆率とは、以下のように定義したものである。

【0051】日立製作所製FE-SEM (S-800)を用い、トナー粒子像を100個無作為にサンプリングし、その画像情報をインターフェースを介してニコレ社製の画像解析装置(Lusex3)に導入する。得られる画像情報を、トナー粒子表面部分と外添剤部分との明度が異なることを利用して2値化処理し、外添剤部分の面積SGとトナー粒子部分の面積（外添剤部分の面積を含む）STに分けて求め、

外添剤被覆率 (%) = (SG/ST) × 100  
の式より算出する。

【0052】外添剤としては、トナーに添加した状態で  
の耐久性の点から、トナー粒子の重量平均粒径の 1/1  
0 以下の粒径であることが好ましい。本発明では、この  
外添剤の粒径とは、電子顕微鏡におけるトナー粒子の表  
面観察により求めた、その平均粒径を意味する。

【0053】外添剤としては、たとえば、金属酸化物  
(酸化アルミニウム、酸化チタン、チタン酸ストロンチ  
ウム、酸化セリウム、酸化マグネシウム、酸化クロム、  
酸化スズ、酸化亜鉛など)、窒化物(窒化ケイ素な  
ど)、炭化物(炭化ケイ素など)、金属塩(硫酸カルシ  
ウム、硫酸バリウム、炭酸カルシウムなど)、脂肪族金  
属塩(ステアリン酸亜鉛、ステアリン酸カルシウムな  
ど)、カーボンブラック、シリカなどが用いられる。

【0054】これらの外添剤は、トナー 100 重量部に  
対し 0.01~10 重量部が用いられ、好ましくは 0.  
05~5 重量部が用いられる。これらの外添剤は、単独  
で用いても、また複数併用してもよい。それぞれ疎水化  
処理を行ったものが、より好ましい。

【0055】トナーの表面形状を表すものとして形状係  
数 SF-2 について、前の方で少し触れたが、形状係数  
には SF-1 と SF-2 とがある。具体的には、日立製  
作所製 FE-SEM (S-800) を用い、倍率 500  
倍に拡大したトナー粒子像を 100 個無作為にサンプリ  
ングし、その画像情報をインターフェースを介してニコ  
レ社製の画像解析装置 (Lusex3) に導入し、解析  
を行い、下記式から算出される値と定義される。

【0056】 $SF-1 = \{ (MXLNG)^2 / AREA \} \times (\pi/4) \times (100)$

$SF-2 = \{ (PERI)^2 / AREA \} \times (1/4$   
 $\pi) \times (100)$

ただし、AREA: トナーの投影面積、MXLNG: 絶  
対最大長、PERI: 周長形状係数 SF-2、すなわち\*

$$0.01 < \mu < (15/100000) \times (R-100)^2 + 0.16$$

・・・ (1)

なる範囲を満足させるものである。

【0060】本実施例では、現像ローラ 1 は、外径 12  
mm の SUS 製の芯金上に、カーボン等の導電剤を分散  
した低硬度シリコーンゴムからなるソリッド弾性層を設  
け、その上のトナー担持面となる表面層として、低摩擦  
・高離型性粒子のフッ素樹脂粒子を分散したポリアミド  
系樹脂層を厚さ 10 μm 程度に設けた構成とし、外径 2  
0 mm、体積抵抗率  $10^3 \sim 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$  の半導電性弾性  
体ローラに形成した。

【0061】この現像ローラの硬度は、感光ドラム 10  
1 との十分かつ均一な当接状態を形成し、安定した現像  
性能を持たせるために、アスカ C (Asker-C)  
硬度で 55° 以下、好ましくは 35°~45° の範囲内  
にある柔らかいものとする。この硬度範囲を外れた硬い

\*円形度 R が 100 に近づくほど、真球の表面形状に近く  
なり、より平滑な表面性を示し、逆に SF-2 (円形度  
R) が 140 より大きく、かつ SF-2/SF-1 の比  
の値が 1.0 を越える場合は、トナー粒子の表面は滑ら  
かではなく、多数の凹凸を有していることを示す。ちな  
みに、形状係数 SF-1 は、トナーの粒子全体の球形度  
に相当するものである。

【0057】このトナーの表面形状と転写性には関係が  
ある。トナー等の粒子に対して作用する力としては、ト  
ナー自身の有する電荷に対して働く鏡映力等の主たる力  
である電磁力に加えて、その他のファンデルワールス  
力、表面に付着した液滴による液架橋力等に代表される  
力がある。これらの力の累積が、トナーと対象物との付  
着力として現れるのであるが、たとえば、不定形を有す  
るトナーの各部位における表面電荷密度等のばらつき  
(たとえば突起部において局所的に電荷密度が高くなる  
等)により、作用する付着力(電磁力)が異なると考え  
られる。

【0058】したがって、不定形のトナーは、均一な電  
界下において、必ずしも均一な挙動を示すわけではな  
く、この現象が具体的に発現するのが転写性である。す  
なわち、不定形のトナーは、全てが電界に追従して転写  
されるのでは無いために、高い転写性を得るのが難し  
い。これに対し、平滑な表面を有するトナーは、均一な  
表面電荷密度分布を有しやすく、それぞれのトナーの付  
着力のばらつきが少ない。したがって、転写電界に追従  
して一様に転写しやすく、高い転写性を有する。

【0059】本発明によれば、現像ローラ 1 は、トナー  
担持面を低摩擦係数の材料で形成しており、その低摩擦  
係数の材料は、トナー担持面によるトナー搬送方向の基  
準材に対する動摩擦係数、本発明では、SUS に対する  
動摩擦係数  $\mu$  に、トナーの円形度 (SF-2) を R とし  
て、

現像ローラでは、感光ドラム 101 との均一な当接状態  
を形成するために、両者の当接圧を高める必要があり、  
この当接にともなうトナーへの負荷の増大により、トナ  
ーの劣化が促進され、これに付随して現像ローラおよび  
規制ブレードの性能劣化が生じやすくなり、望ましくな  
い。

【0062】加えて、現像ローラのソリッド弾性層は少  
なくとも 2 mm の厚さを有することが望ましい。弾性層  
の厚さが 2 mm 未満では、感光ドラム 101 との当接部  
における弾性層の変形が阻害され、不均一な当接状態が  
形成されて望ましくない。

【0063】上記のような弾性層は、シリコーンゴムの  
他に、天然ゴム、NBR、フッ素ゴム、ウレタンゴム、  
ヒドリンゴム、アクリルゴム等の低硬度ゴムもしくは発

泡体、またはその組み合わせ物から形成してもよい。

【0064】上記のように、弾性層上に表面層を設けた構成では、現像ローラの弾性とトナーの担持機能を分離できるので、使用される材質の制約が少なくなり、容易に高機能性を持たせることができる。同様な現像ローラ形態として、弾性層上にチューブ状、フィルム状の樹脂や金属、合金ないしは炭素系繊維等の表層を設けたり、弾性層上に機能膜を設けた構成も可能である。

【0065】本実施例では、トナー担持面によるトナー搬送方向のSUSに対する動摩擦係数 $\mu$ を式(1)の範囲内とするために、上記したように、トナー担持面となる表面層をフッ素樹脂粒子を分散したポリアミド系樹脂で形成した。具体的には、使用するトナーの円形度 $R=113\sim130$ に対し、動摩擦係数 $\mu=0.18$ が得られる組成のものを使用した。

【0066】動摩擦係数 $\mu$ が、 $\mu \geq (15/10000) \times (R-100)^2 + 0.16$ の場合は、現像ローラ上に担持されるトナーに対して過剰な運動量が与えられやすく、また現像ローラの長手方向上でトナー搬送力にばらつきを生じやすく、望ましくない。 $\mu \leq 0.01$ の場合は、トナー担持面の作成自体が困難になり現実的でない。

【0067】本発明では、動摩擦係数 $\mu$ は、上記したように、ステンレス(SUS)を基準材として測定した。動摩擦係数 $\mu$ は図3に示すようにして測定する。

$$\mu = 1 / \theta \times \ln F / W$$

ただし、 $W: W=W1 + (1/2)W2$ 、

$F$ : 現像ローラ1周内の摺擦力測定値の平均値

上記のように、ステンレス薄板を基準材として、これに対して現像ローラ1の表面の動摩擦係数を測定したの

【0071】現像ローラ上のトナーは、担持面に充填された薄層状に担持されており、巨視的にはフィルム状をなす連続体として扱うことができる。トナー層の表層部には、トナーの充填具合によって凹凸があるものの、トナーの転がりや滑りが生じるため、トナー層の巨視的な表面性は、モデル的に平滑面で近似できるものと考えられる。したがって、これに相当するものとして金属薄板であるSUS薄板を、動摩擦係数 $\mu$ を測定する際の基準材として用いた。

【0072】本発明者らの検討によれば、基準材として樹脂フィルム等やSUS以外の金属薄板等を用いた場合には、基準材自身の摩擦性や機械的特性(弾性率、剛性、展性等)により、測定量のコントラストが大きくとれなかったり、再現性に劣る場合がある。上記のようにSUS薄板を用いた場合が適当で、実際との整合性が高いとの結論に至った。

【0073】なお、現像ローラ1のトナー担持面の材料は、上記のポリアミド樹脂およびフッ素樹脂粒子の組み合わせに限定されない。たとえば樹脂単独でも低摩擦性

\*【0068】被測定物である現像ローラ1を回転軸に固定してセットし、その現像ローラの周面に、基準材となる厚さ0.03mm、重さW2のステンレス薄板110をほぼ2分される部分で掛け、その薄板110の一端部を水平にデジタルフォースゲージ112に取り付け、薄板110の他端部に重さW1の重り116を取り付けて鉛直方向に引張り、薄板110が現像ローラ1の表面に $\theta=90^\circ$ にわたって接するように設置する。デジタルフォースゲージ112は、ステンレス薄板110も重りW1も取り付けない無負荷時に値0に調整しておく。

【0069】ついで、ステンレス薄板110および重りW1を取り付けた状態でデジタルフォースゲージ112の値の読みが安定したら、現像ローラ1を図の矢印Rで示す反時計方向に回転してステンレス薄板110と摺擦し、フォースゲージ112でこのときの現像ローラ8とステンレス薄板110間の摺擦力(すなわち搬送力)を測定する。フォースゲージ112からの測定値(アナログ出力値)をレコーダで周波数10Hzでサンプリングし、サンプリングしたデータをコンピュータ114に導入して、動摩擦係数 $\mu$ を下記(2)式により計算する。これを現像ローラ1の1周について行い、その平均値を現像ローラ1の動摩擦係数とする。なお、実際の測定の際には、 $W1=100g$ の重りを用いた。

【0070】

$$\dots (2)$$

を有するフッ素樹脂、シリコン樹脂等の樹脂、あるいはNi、Sn、Cu、Zn、Pb、Au、Ag、Mo、B等の金属単体、もしくはこれを含む合金ないしは酸化物、あるいはカーボンファイバー、グラファイトファイバー等の炭素系繊維を、いずれか1種または2種以上を組み合わせ利用可能である。比較的摩擦性が低くない樹脂ないしは金属等でも、低摩擦性の材料を混合、分散することで、低摩擦性を達成できるものならば、これも用いることが可能である。

【0074】現像ローラ1の表面は、その表面積を増加させることで、トナーに対する電荷付与性を安定させ、トナーの搬送量を確保できるようにするため、適当な表面粗さを有することが好ましい。

【0075】表面粗さを付与するには、現像ローラの芯金上に弾性層を形成後、その弾性層の表層を研磨加工してから、トナー担持面となる樹脂層を10 $\mu$ 程度の薄層に、ロールコート、スプレーコート、ディッピング等の手法により形成すればよい。

【0076】本実施例では、トナー担持面の樹脂層に、低摩擦・高離型性の粒子としてフッ素樹脂粒子を分散しているが、この粒子の粒径を適当に選択することで、樹脂層の表面層に凹凸を形成させることができる。すなわち、粒子より摩擦性低下、離型性向上を付与するのに加えて、粒子を表面を粗す粒子として利用することがで



き、弾性層を研磨することなく、所望の表面粗さを得ることができる。

【0077】もちろん、表面粗し粒子として、低摩擦・高離型性粒子とは異なる粒子を新たに分散してもよい。

【0078】現像ローラ1の表面粗さは、使用するトナーの体積平均粒径が $1\sim 10\mu\text{m}$ の範囲内に対しては、JIS B0601に規定される十点平均粗さ $R_z$ が $3\sim 15\mu\text{m}$ 、同じく最大高さ $R_{\text{max}}$ が $15\mu\text{m}$ としている。十点平均粗さ $R_z$ の測定には小坂研究所製の表面粗さ試験機SE-30Hを使用した。

【0079】 $R_z$ が $3\mu\text{m}$ を下回る場合には、その表面積が小さく、トナーに対する摩擦帯電が不均一となりやすく、トナーの有する帯電量分布がブロードになって、電界に対する追従性が劣り、これにより現像性能が低下し、またトナーの搬送量が少なく、不安定になるので、好ましくない。

【0080】 $R_z$ が $15\mu\text{m}$ を上回る場合には、現像ローラ上に担持されたトナー層のローラ表面付近のトナーが、表面の凹凸に埋もれたままの状態になるので、トナー層上層のトナーの摩擦帯電量が阻害され、未帯電および反転トナーが増加して好ましくない。とりわけ、 $R_{\text{max}}$ が $15\mu\text{m}$ を上回る場合には、表面の凹凸が大きすぎるため、これらの問題が顕著になる。

【0081】現像剤規制部材としての規制ブレード2は、L字形状を有するSUS製の板バネからなり、図2に示すように、L字のエッジ部で現像ローラ1と当接配置され、現像ローラ1上のトナーを規制して所定の層厚の薄層に形成する。このときの当接圧は、線圧で約 $10\sim 45\text{g}/\text{cm}$ が好適である。当接圧が $10\text{g}/\text{cm}$ 未満では、規制力が不十分なため、トナーを所定の層厚に安定して規制することが難しく、またトナーに対する帯電付与が不十分となりやすい。逆に $45\text{g}/\text{cm}$ を上回ると、規制力によるストレスでトナーの劣化が生じやすくなり、好ましくない。

【0082】規制ブレード2の当接圧（線圧）は、つぎのように測定することができる。引き抜き板として長さ $100\text{mm}\times$ 幅 $15\text{mm}\times$ 厚さ $30\mu\text{m}$ のSUS薄板を、挟み板として長さ $180\text{mm}\times$ 幅 $30\text{mm}\times$ 厚さ $30\mu\text{m}$ のSUS薄板を長さが半分になるように折ったものを用意し、その折った挟み板の間に引き抜き板を挿入し、その状態で挟み板を現像ローラ1と規制ブレード2との間に挿入する。そして引き抜き板に取り付けたバネ計りを引張って、引き抜き板を一定速度で引き抜き、そのときのバネ計りが示す荷重（g）を読む。バネ計りの値を1.5で除して、単位を $\text{cm}$ あたりの荷重に換算すれば、規制ブレード2の当接圧、すなわち線圧（ $\text{g}/\text{cm}$ ）が測定される。

【0083】本実施例では、規制ブレード2として折曲形成したSUS製の板バネを用いて、これを現像ローラ1にエッジ当接させたが、トナー規制ブレードは、現像

ローラとの間で所望の当接状態が得られて、機械的なトナー規制を行えるものであれば、別種の材質および形状のものでも代用可能である。たとえば、規制ブレード2として直線状平板の金属または樹脂の薄板を用い、これを現像ローラ1に面当接させて使用することが可能である。この場合は、当接圧をエッジ当接よりも $5\sim 10\text{g}/\text{cm}$ 程度増した状態とすることが好ましい。

【0084】本実施例の画像形成装置は以上のように構成される。

10 【0085】本実施例において、感光ドラム1を周速 $100\text{mm}/\text{秒}$ 、現像ローラ1を感光ドラム周速の $150\%$ の $150\text{mm}/\text{秒}$ で回転駆動して、1万回程度の画像形成動作を行い、各種の画像を出力した。その結果、ピクトリアルな画像等においても、ハーフトーン部の均一性に優れた良好な画像が維持された。

【0086】比較例

実施例1の画像形成装置で、現像器103に円形度Rの異なるトナーを使用し、さらにこの円形度Rに対し、表面の動摩擦係数 $\mu$ が上述の範囲外の現像ローラを組み合わせて使用した。

20 【0087】トナーは、平滑化の熱処理条件を変えて作成した円形度 $R=113$ 、 $120$ 、 $140$ 、 $160$ の4種である。現像ローラは、トナー担持面の動摩擦係数 $\mu$ を、樹脂層に分散される高離型性粒子の量を減らして、 $\mu=0.25$ としたもの、摩擦性の低いウレタン系樹脂の樹脂層に変えて、 $\mu=0.45$ としたもの、樹脂層を設けず、シリコンゴムの弾性層とすることで、 $\mu=0.8$ としたもの3種類とした。

30 【0088】これらのトナー円形度Rと現像ローラトナー担持面の動摩擦係数 $\mu$ との組み合わせで、現像器を現像に使用し、実施例1と同様な条件で画像形成したところと、一部の組み合わせにおいて、文字等の画像の出力を許容範囲とできたものの、ピクトリアルな画像の出力は、全般的に画像不良が認められた。

【0089】実施例1と比較例の比較

図4に、上記の実施例1と上記の比較例の画像形成装置において、画像形成に使用したトナーの円形度Rと現像ローラトナー担持面の動摩擦係数 $\mu$ との相関関係を示す。

40 【0090】図4は、 $500\sim 1000$ 回程度の画像形成を行う間に、ピクトリアルな画像を含む評価画像の出力を行い、その画像出力を、画像形成速度を $38$ 、 $50$ 、 $75$ 、 $100$ 、 $300\text{mm}/\text{秒}$ と変えて繰り返し、得られた評価画像について評価して、ノイズのないハーフトーン部の均一性にすぐれた、良好な画像が得られるときのRと $\mu$ の組み合わせと、一度でも画像不良が生じたときのRと $\mu$ の組み合わせとを二分する区分の曲線（区分曲線）を、画像形成速度をパラメータとして図示したものである。

50 【0091】各区分曲線よりも下方に位置する領域で

は、良好な画像形成が行われることを示し、上方に位置する領域では、画像不良が生じることを示す。また点線で囲まれた領域Aが、本発明で規定された、使用トナーの円形度Rと現像ローラトナー担持面の動摩擦係数 $\mu$ の範囲である。

【0092】図4に示されるように、実施例1では、現像ローラのトナー担持面を、使用するトナーの円形度R(=113~130)に応じて、領域A内の動摩擦係数 $\mu$ (=0.18)を持たせるような低摩擦性の材料で形成しており、少なくとも、画像形成速度75mm/秒以上で、いずれも、良好な画像形成を行える領域に位置している。

【0093】さらに説明すると、図4によれば、大きな $\mu$ を持つトナー担持面を持つ場合には、画像形成速度が速くなるにしたがって、良好な画像形成が行われない傾向があることが示されている。これは、画像形成速度の増加にともなって、トナー担持面の移動速度が速くなり、トナーに付与される運動量の絶対値が大きくなるため、前述したように、感光ドラム上に現像で形成されるトナー像に乱れが生じたり、トナーが転移すべき潜像に対し引き摺りを生じやすくなるためであると考えられる。

【0094】また、使用するトナーの表面形状によって、良好な画像形成が可能となる $\mu$ の値が異なってくるのは、トナー担持面からの搬送力が、必ずしも、そのままトナーの搬送方向への運動量へと転化されるわけではないことによる。

【0095】不定形に近いトナーでは、トナー担持面と複数箇所接触したり、面接触の状態接触したりするため、作用する搬送力の向きと、それによって生じる運動量の向きがずれを生じ、さらに不定方向への回転が生じるため、トナー担持面からの搬送力が、そのままトナーの搬送方向への運動量へと転化されることにはならない。

【0096】これに対し、滑らかな表面形状を有するトナーでは、トナー担持面とほぼ点接触の状態接触するので、作用する搬送力の向きと、それによって生じる運動量の向きは、ほぼトナー担持面の移動方向に一致する。すなわち、平滑な表面形状を有するトナーに対しては、トナー担持面のトナー搬送性の影響が現れやすいため、良好な画像形成が可能となる $\mu$ が小さく考えられる。

【0097】また画像形成速度が75mm/秒以上の場合には、その速度の上昇に対し区分曲線はさほど変化せず、飽和しているように見受けられる。これは、トナー担持面にトナーを担持する力の大きさに比べて、トナー搬送力が既に十分大となっているため、担持されたトナーが、これを担持する力によって固定された状態でとどまらず、感光ドラムとの当接部において、「コロ」として回転してスリップしてしまうので、実質的に作用する

トナー搬送力が頭打ちになり、区分曲線が同様な挙動を示すものと考えられる。

#### 【0098】実施例2

本発明の他の実施例について説明する。

【0099】本実施例では、実施例1と同様、現像ローラ上に担持されるトナーに対して、過剰な運動量が与えら得ることを抑制して、トナーに対する搬送力を均一かつ一定とするために、トナー担持面を、使用するトナーの円形度Rに応じて、所定範囲内の動摩擦係数 $\mu$ を持つ低摩擦性の材料で形成しているが、本実施例では、さらに、現像同時クリーニングプロセスで回収されるトナーの絶対量を抑えるために、上記のトナーを平滑な表面形状を有する球形トナーとし、これに対して、上記のトナー担持面を形成する材料を、摩擦帯電による電荷付与性が大の材料とした。

【0100】本実施例のその他の構成は実施例1と基本的に同じで、以下、必要に応じて図1を参照する。

【0101】本実施例では、画像形成装置は、画像形成速度、すなわち図1の感光ドラム101の回転を周速78.3~200mm/秒で駆動し、これに接触配置した現像器103の現像ローラ1の回転を、感光ドラム周速の160~200%で駆動し、現像ローラ1上のトナーにより感光ドラム101上の静電潜像を反転現像する。

【0102】本実施例において、現像器103で使用するトナーは、公知の懸濁重合法で製造した、スチレンアクリル系樹脂からなる負帯電性の非磁性の球形トナーであり、良好な転がり性を持つ平滑な表面形状を有するとともに、低軟化点物質を内包することにより、低融点、低軟化点の特性を有する。もちろん、その他の製法により得られた球形トナーの使用も可能である。

【0103】この球形トナーには、高画質を得るのに有利なように、体積平均粒径が4~7 $\mu$ mのものを用いる。これは、おおよそ400dpiを上回る画素密度で記録された微小な静電潜像を忠実に再現するには、少なくとも粒径が10 $\mu$ m以下であるトナーを用いることが必要であり、特に7 $\mu$ m以下のトナーで形成された画像は、粒状性、均一性等に関するノイズが、人間の視覚特性上、低感度な領域へ追いやられ、知覚しづらくなるからである。

【0104】粒径が10 $\mu$ mを越える場合には、感光ドラム表面および各種部材へのトナー融着が起きやすく、トナー粒子の個数分布における変動係数が35%を超えると、さらにその傾向が強まる。一方、トナーの粒径が4 $\mu$ m未満になると、転写効率の低下から感光ドラムや転写材上に転写残りトナーが多く発生し、さらにかぶり、転写不良に基づく画像の不均一ムラの原因となるので、好ましくない。

【0105】上記のトナー粒子の個数分における変動係数Aは、下記式から算出される。

【0106】変動係数 $A = S / D1 \times 100$

ただし、S：トナー粒子の個数分布における標準偏差値  
D1：トナー粒子の個数平均粒径（ $\mu\text{m}$ ）

また球形トナーは、低軟化点物質をコアとし、これを重合合法により外角樹皮で被覆した、いわゆるコア/シェルの内部構造を有する。

【0107】コアに使用される低軟化点物質としては、示差走査熱量計により測定されるDSC曲線において、昇温時に40～130℃の領域に最大吸熱ピークを有するものが用いられる。最大吸熱ピーク温度の測定は、ASTM D 3418-8に準じ、パーキンエルマー社製のDSC-7を用いて行った。装置検出部の温度補正は、インジウムと亜鉛の融点を用い、熱量の補正についてはインジウムの融解熱を用いる。測定サンプルにはアルミニウム製のパン（皿）を用い、対照用に空パンをセットし、昇温-降下を1回させて前履歴をとった後、昇温速度10℃/分で測定を行う。

【0108】上記の温度領域に最大吸熱ピークを有することにより、低温定着に大きく貢献しつつ、離型性をも効果的に発現する。これにより、定着器にシリコンオイル等の離型剤を塗布する必要がなくなり、定着器構成を簡素化することも可能になる。

【0109】上記の低軟化点物質としては、パラフィンワックス、ポリオレフィンワックス、フィッシュートロピッシュワックス、アミドワックス、高級脂肪酸、エステルワックス、およびこれらの誘導体、またはこれらのグラフト/ブロック化合物等が利用できる。トナー中への配合量は、好ましくは5～30重量%である。

【0110】球形トナーは、透過型電子顕微鏡（TEM）を用いたトナー粒子の断面観察において、ワックス成分が結着樹脂と相溶しない状態で、実質的に球状および/または紡錘形で島状に分散されることが好ましい。ワックス成分を上記の如く分散させ、トナー中に内包化させることにより、トナーの劣化や画像形成装置への汚染等を防止することができるので、良好な帯電性が維持され、ドットの再現に優れたトナー画像を長期にわたって形成することが可能となる。また加熱時にはワックス成分が効率よく作用するため、低温定着性と耐オフセット性を満足なものとすることができる。

【0111】トナー粒子の特徴的な内部構造は、その断面を観察することによって識別され、具体的には、常温硬化性のエポキシ樹脂中にトナー粒子を十分分散させた後、温度40℃の雰囲気中で2日間硬化させて得られた硬化物を、四三酸化ルテニウム、必要により四三酸化オスミウムを併用して染色を施した後、ダイヤモンド刃を備えたマイクロトームを用いて薄片状のサンプルを切り出し、TEMでトナー粒子の断面形態を観察する。

【0112】この断面形態の観察の際、用いるワックス成分と外殻を構成する樹脂との若干の結晶化度の違いを利用して、材料間のコントラストを付けるため、四三酸化ルテニウム染色法を用いることが好ましい。このよう

にして観察したトナー粒子は、ワックス成分が外殻樹脂で内包化されていることが観測された。

【0113】球形トナーは、画像解析装置で測定した形状係数SF-1の値が100～140、形状係数SF-2の値（R）が100～120であるような、球形かつ平滑な表面形状を有する。形状係数SF-1は、トナーの粒子全体の球形度（丸さの度合）を示し、数値が大きくなるにしたがい、球形から徐々に不定形となる。SF-2は、トナー粒子の凹凸の度合いを示し、数値が大きくなるにしたがい、トナー表面の凹凸が顕著になる。

【0114】上記の平滑な表面形状を有するトナーは、その形状故に、良好な転がり性を有し、摩擦帯電において、均一な帯電が行われやすい。このため、画像かぶりの原因となる未帯電ないし反転トナーの量を低減しやすく、有利である。またトナーが均一に帯電されることで、電界に対する一様な追従性に優れるため、良好な現像性能および転写性能が発揮される。したがって、高画質化に当たって、微小な静電潜像の再現が要求される場合にも有利であり、良好な転写性により転写残りトナー量も少なくできる。

【0115】本実施例でも、現像ローラ1のトナー担持面が低摩擦係数の材料で形成され、トナー担持面のトナー駆動方向に関するSUSに対する動摩擦係数 $\mu$ が、トナーの円形度をRとして、前記の式（1）、すなわち、 $0.01 < \mu < (15/100000) \times (R-100)^2 + 0.16$ の範囲を満足する。

【0116】本実施例では、現像ローラ1は、外径12mmのSUS製の芯金上に、カーボン等の導電剤を分散した低硬度ウレタンゴムのソリッド弾性層を設け、その上のトナー担持面となる表面層としてシリコン系樹脂層を厚さ10 $\mu\text{m}$ に設けた、外径20mm、体積抵抗率10<sup>9</sup>～10<sup>10</sup> $\Omega\text{cm}$ の半導電性弾性体ローラに構成した。シリコン系樹脂の表面層には、粗し粒子としてPMMA粒子を分散して、トナー担持面の動摩擦係数 $\mu$ を、本実施例で使用するトナーの円形度R=100～120に対し $\mu=0.10$ とした。

【0117】本実施例では、上記のように、現像ローラ1のトナー担持面に、摩擦帯電系列において、使用トナーの摩擦帯電極性に対し逆性側に位置する材料を用いた。

【0118】これは、トナーに対する電荷付与を摩擦帯電で行っているもので、このような材料をトナー担持面に用いれば、トナー担持面の電荷付与性が高まり、未帯電ないし反転トナーを低減させることができ、現像性が向上するとともに、かぶりの原因となる非画像部へのトナー付着量を低減することができるからである。

【0119】したがって、トナー担持面を形成する材料は、上記したものに限られず、異なるものが使用可能である。材料の具体的な選択は、トナーとの摩擦帯電によ

る相互の電荷付与性を基にして決定する。摩擦帯電による電荷付与性は、たとえばカスケード法により、以下の手順で測定することができる。

【0120】測定装置は、図5に示すように、斜めに置かれたサンプル板21の上部に、トナーのサンプル粒子Tを入れるロート状のサンプル容器20を配置し、サンプル板21の下方に、サンプル粒子Tを受ける受け皿23を配置し、接地されたコンデンサ22をサンプル板21に接続して構成されている。サンプル板21は、現像ローラ1の表面（トナー担持面）に使用した材料と同じ材料で形成され、もしくは同材料をアルミニウム等の導電性基板の表面に設けて形成されている。

【0121】サンプル粒子Tは、金属粉の表面全体をトナー樹脂で覆ったもので、使用するトナー100gをMEK、トルエン等の有機溶剤に溶かし、得られたトナー樹脂含有溶液中に、平均粒径100 $\mu$ m程度の金属粉（鉄粉等で可）を攪拌混合し、その後、有機溶媒を除去することにより作成した。このように作成したサンプル粒子によれば、トナー樹脂が金属粉表面の全面を被覆していることが、電子顕微鏡による観察で確認された。

【0122】測定するには、容器20のロートの脚下端部に設けられたスリット20aからサンプル粒子Tをサンプル板21に一定量ずつ10～20秒程度落下させ、粒子Tを水平面に対し45～60°程度傾斜したサンプル板21上を転がらせながら落とす。落下したサンプル粒子Tは受け皿23に収容される。この落下によりサンプル粒子Tがサンプル板21と摩擦帯電し、サンプル板21側に付与された摩擦帯電電荷が、サンプル板21からコンデンサ22に蓄えられる。

【0123】サンプル粒子Tには、サンプル板21に付与された摩擦帯電電荷と同量の逆極性の摩擦帯電電荷が付与されるので、コンデンサ22に蓄えられた電荷量を測定してサンプル1gあたりの値に換算すれば、サンプル板21の材料、すなわち現像ローラ表面の使用材料の摩擦帯電によるトナーへの電荷付与性が測定される。コンデンサ22に蓄えられた電荷量は、コンデンサ両端の電位を測定することにより、コンデンサの静電容量を用いて、両端の電位差×静電容量の積として求められる。

【0124】このような材料の電荷付与性の測定およびその評価に基づき、使用トナーに対し所望の極性（ここでは負極性）の電荷付与を行え、かつ付与する電荷量がたと判定されたものが、現像ローラ1のトナー担持面の材料として好適に使用される。

【0125】上記の測定／評価法以外にも、たとえば、現像ローラ上に担持されたトナーの帯電電荷量を室温25℃、相対湿度50%の雰囲気中で、粉体帯電電荷量測定装置（たとえばホソカワミクロン社製のE-spart Analyzer）を用いて測定し、計測される反転トナー量により、トナー担持面材料の電荷付与性を評価する方法を使用することができる。反転トナー量が1

5%を上回る場合には、非画像部に付着するトナー量が増加しかぶりが増え、また未帯電トナーも多く含まれるために、良好な現像性が発揮されず、転写残りトナーも増加するので、反転トナー量を15%以下とするような材料が好適である。

【0126】本実施例では、以上のような現像ローラを使用することにより、未帯電トナーないし反転トナーを低減することができ、現像同時クリーニングプロセスにおいて、一連の画像形成プロセスにともなう負荷を受けて機能劣化し、一度現像器内に回収されたまま再利用されず、内部に蓄積するトナーの総量を少なくすることができる。

【0127】本実施例の画像形成装置における画像形成、および現像同時クリーニングプロセスによる転写残りトナーの回収、再利用について説明する。

【0128】感光ドラム101と現像器103内の現像ローラ1とは接触されており、接触部で現像ローラ1が弾性変形することにより当接ニップ（現像ニップ）を形成し、そのニップ部で現像電界の作用により、感光ドラム101上の静電潜像が現像される。同時に感光ドラム101上の先の画像形成での転写残りトナーは、現像電界の作用および現像ローラ1の機械的な摺擦により、現像ローラ1へ転移し回収され、感光ドラム101がクリーニングされる。

【0129】感光ドラム101の表面電位は、静電潜像部で-100V、背景部で-680Vの対接地電圧を有しており、一方、現像ローラ1には、-350Vの対接地電圧が図示しない現像電源により印加されており、感光ドラム101と現像ローラ1とは、図6で示すような電位の序列関係が成立している。

【0130】すなわち、静電潜像部に対し250Vの電位差（現像コントラスト）で、負極性に帯電しているトナーが現像ローラ1から転移する方向（現像方向）の電界が形成され、背景部に対し330Vの電位差（かぶり取りコントラスト）で、トナーが現像ローラ1へ引き付けられる方向の電界が形成されている。したがって、感光ドラム101上の転写残りトナーは、静電潜像部分にある場合には、最終的に潜像に残り、背景部にある場合には、かぶり取りコントラストにより現像ローラ1へと転移し回収される。

【0131】上記の現像ニップの幅は、0.5～5mmが好ましく、より好ましくは1～3.5mmである。現像ニップ幅が0.5mmに満たないと、均一な当接状態を形成することが難しく、またその部位に当接している時間が短くなるため、転写残りトナーの十分な回収が行えなくなる場合があり、望ましくない。逆に5mmを越えると、ニップ部におけるストレスにより、トナーの性能劣化が生じやすくなり、同様に望ましくない。

【0132】現像ニップ部における機械的な摺擦によって、転写残りトナーの回収率を高めるために、現像ロー

10

20

30

40

50

ラ周速を感光ドラム周速の少なくとも160%とすることが好ましい。現像ローラ周速が160%以下では、十分な摺擦が行えず、回収効率向上への寄与が少なくなる。

【0133】本実施例において、感光ドラム101を周速150mm/秒、現像ローラ1を感光ドラム周速の180%の270mm/秒で回転駆動して、1万回程度の画像形成動作を行い、各種の画像を出力した。その結果、ピクトリアルな画像等においても、ハーフトーン部の均一性に優れた良好な画像が維持された。

【0134】以上の実施例では、いずれも、一成分現像剤として非磁性トナーを使用した場合について説明したが、磁性トナーを用い、現像ローラ内部ないし外部に磁界発生手段を設けて、磁気力により現像ローラ上に磁性トナーを担持して搬送する場合にも適用でき、現像ローラのトナー担持面について同様にすることにより同様な作用効果を奏する。

【0135】また、本発明は、一成分現像剤を用い、像担持体と現像剤担持体とが当接した接触現像方式をとるものであれば、たとえば現像剤担持体がエンドレス形状のものであったり、像担持体が弾性を有するベルト感光体等で、現像剤担持体が剛体を有するというような形態でも適用可能であり、同様の効果を有する。

#### 【0136】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、一成分接触現像方式により画像形成を行う画像形成装置において、画像形成速度の高速化にともない生じるハーフトーン部のノイズを抑制し、良好な画像を長期間にわたって得ることができる。また画像形成装置が、現像同

時クリーニングプロセスをとる場合にも、ハーフトーン部のノイズを抑制し、機能劣化の原因となる回収トナー量を低減でき、良好な画像を長期間にわたって得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の画像形成装置の一実施例を示す概略構成図である。

【図2】図1の画像形成装置に設置された現像器を示す概略構成図である。

10 【図3】本発明における現像ローラトナー担持面の動摩擦係数 $\mu$ の測定法を示す説明図である。

【図4】トナーの円形度Rおよび現像ローラトナー担持面の動摩擦係数 $\mu$ の組み合わせによる画像不良の発生、不発生を区分する、画像形成速度をパラメータとした区分曲線を示す図である。

【図5】本発明において現像ローラトナー担持面の形成材料のトナーに対する電荷付与性を測定するのに用いた測定装置を示す斜視図である。

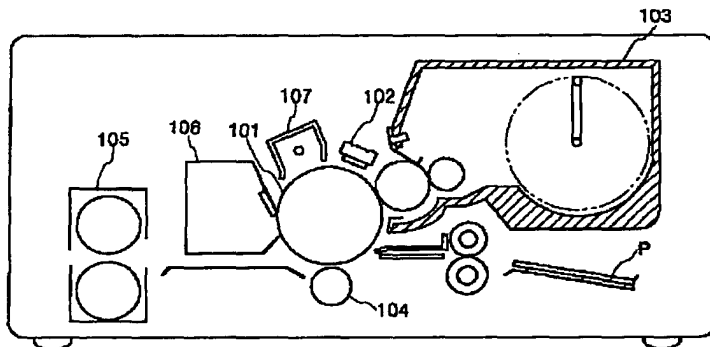
20 【図6】本発明の他の実施例での現像同時クリーニングプロセスにおける感光ドラムと現像ローラとに成立している電位の序列関係を示す図である。

【図7】従来の画像形成装置に設置された現像器を示す概略図である。

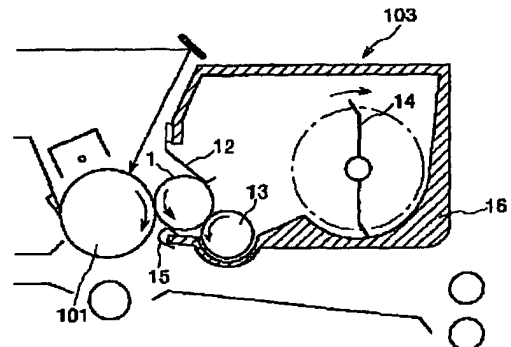
#### 【符号の説明】

- 1 現像ローラ
- 12 規制ブレード
- 13 供給ローラ
- 101 感光ドラム
- 103 現像器

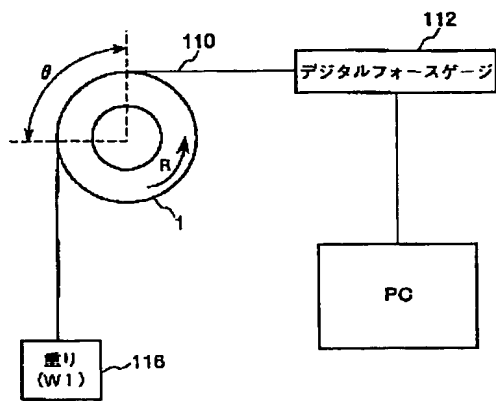
【図1】



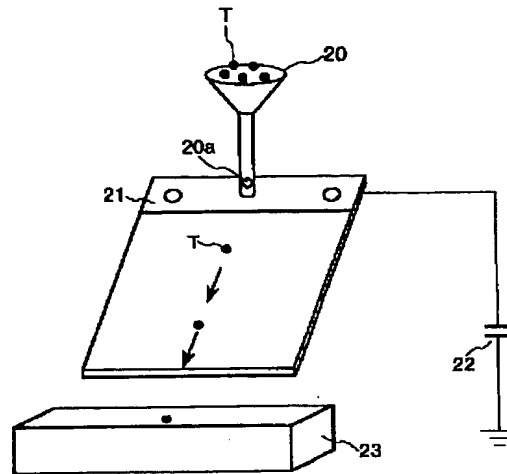
【図2】



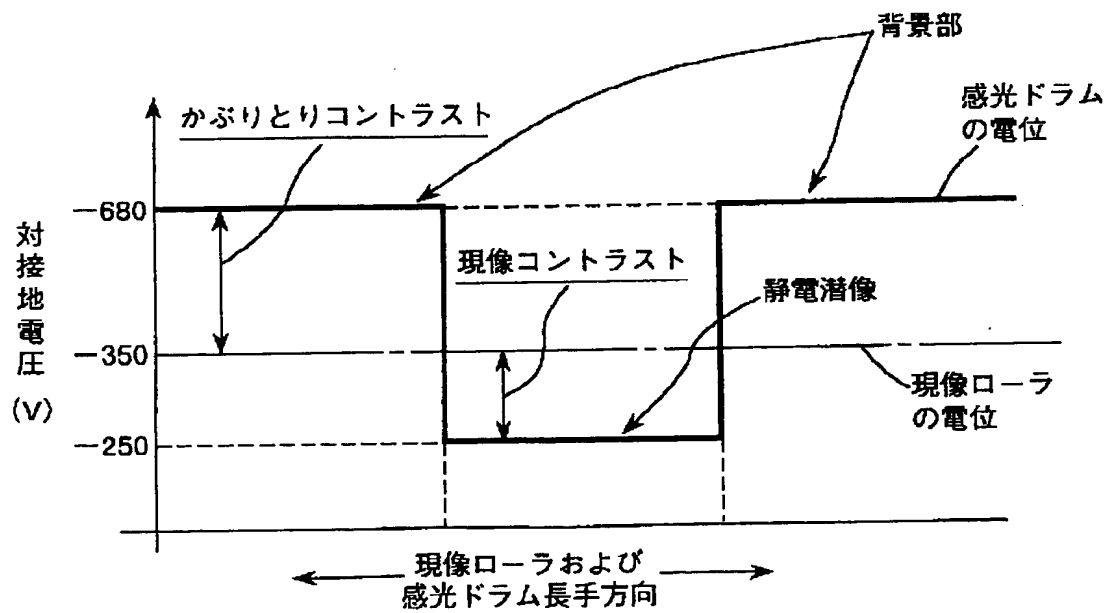
【図3】



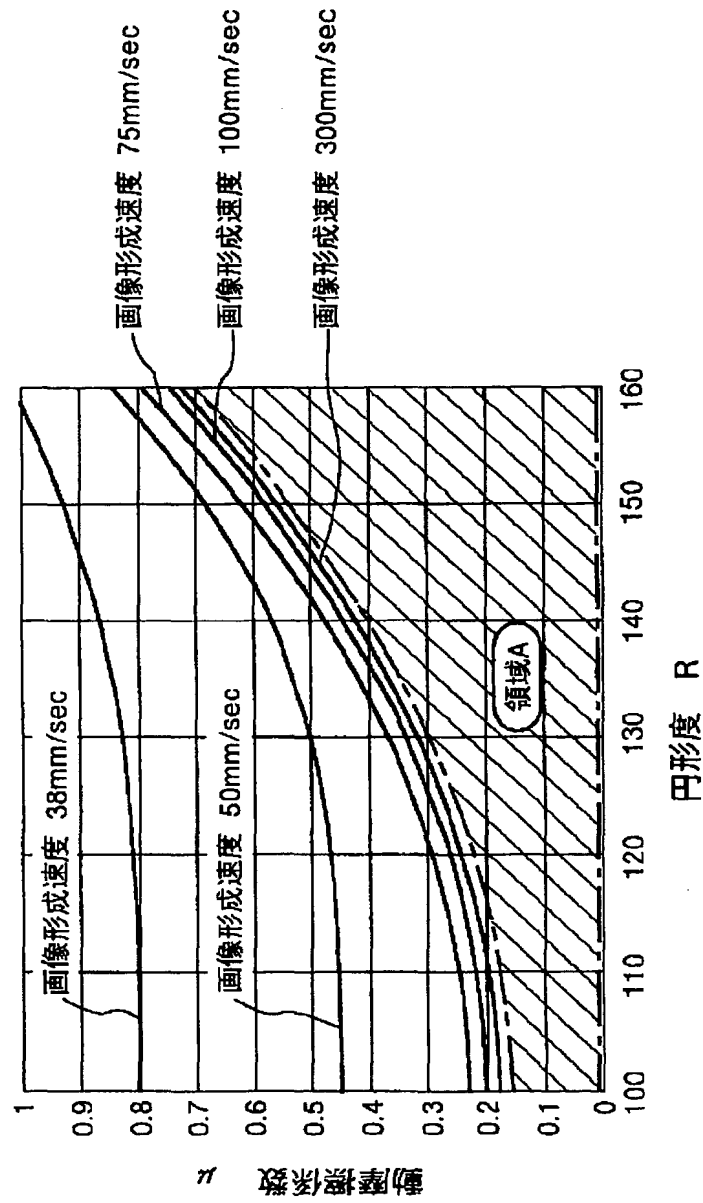
【図5】



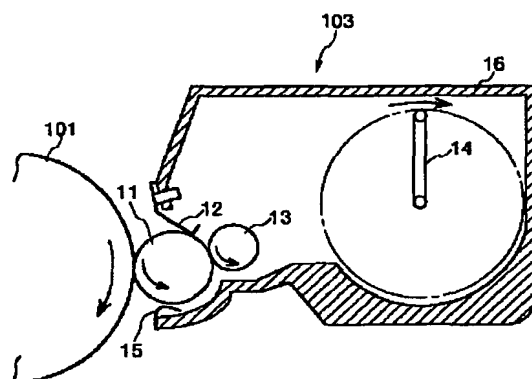
【図6】



【図 4】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 大関 行弘  
 東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ  
 ノン株式会社内  
 (72)発明者 関口 真奈実  
 東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ  
 ノン株式会社内

Fターム(参考) 2H077 AA37 AC04 AC16 AD06 AD13  
 AD17 AD31 BA03 EA14 FA12  
 FA21  
 3J103 AA02 AA14 AA33 AA51 BA41  
 FA05 FA07 FA12 FA14 FA18  
 GA02 GA52 HA03 HA04 HA05  
 HA11 HA12 HA15 HA18 HA20  
 HA33 HA43 HA46 HA53